

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-057009

(43)Date of publication of application : 22.02.2002

(51)Int.Cl.

H01C 17/00

H01C 1/14

H01C 3/00

H01C 17/24

(21)Application number : 2000-239076

(71)Applicant : KOA CORP

(22)Date of filing : 07.08.2000

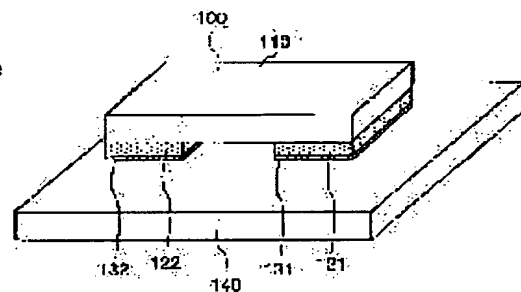
(72)Inventor : NAKAMURA KEIJI

## (54) RESISTOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shunt resistor for large current measurement having good characteristics and a method for manufacturing the resistor.

SOLUTION: The shunt resistor 100 is constituted by a resistor 110 made of an alloy of a noble metal or a metal, high-conductivity electrodes 121 and 122, and molten 131 and 132. The resistor 110 and electrodes 121 and 122 are firmly joined to each other and the resistor 110 has no resistance adjusting notch. Consequently, the resistor 100 shows a low resistance value and a low resistance value changing rate, has a small TCR value, and, accordingly, is suitable for measuring large currents with accuracy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-57009

(P2002-57009A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーム(参考)

H 0 1 C 17/00

H 0 1 C 17/00

Z 5 E 0 2 8

1/14

1/14

Z 5 E 0 3 2

3/00

3/00

Z

17/24

17/24

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願2000-239076(P2000-239076)

(71) 出願人 00010:350

コア株式会社

長野県伊那市大字伊那3672番地

(22) 出願日

平成12年8月7日 (2000.8.7)

(72) 発明者 仲村 圭史

長野県伊那市大字伊那3672番地 コア株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳

Fターム(参考) 5E028 BA30 BB01 BB20 CA02 DA04

JC01 JC06 JC12

5E032 BA30 BB01 BB20 CA02 CC03

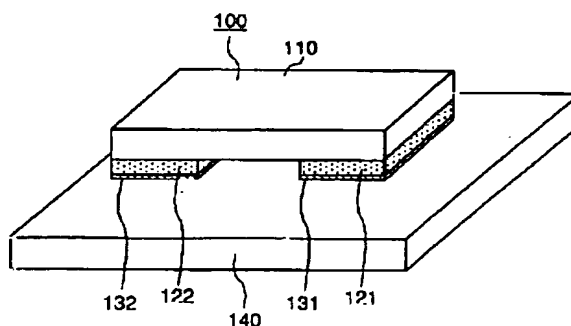
CC04 CC14 TA11 TB02 TB04

(54) 【発明の名称】 抵抗器の製造方法および抵抗器

(57) 【要約】

【課題】 特性の良好な大電流測定用のシャント抵抗器およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 シャント抵抗器100は、110に示す貴金属合金あるいは金属合金から作製される抵抗体および121と122に示す高伝導性の電極および131と132に示す溶融はんだ材から構成され、抵抗体110と電極121と122は強固に接合されており、抵抗体には抵抗調整用の切り込みがない。そのためシャント抵抗器100は、低抵抗値を示し、TCR値、抵抗値変化率が小さく、大電流を精度よく測定するのに適している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 抵抗用合金からなる抵抗体と、高導電率の金属からなる電極とを有する抵抗器の製造方法であって、

略板状の前記抵抗用合金と略板状の前記高導電率の金属とを積層し、前記抵抗用合金と前記金属との接触界面を接合して接合体を形成する接合工程と、

前記接合体の金属面の所定範囲を、前記金属面から前記接触界面まで除去して前記金属を少なくとも2分割して前記電極を形成する除去工程と、

前記接合体を分割して複数の抵抗器を形成する分割工程と、を有することを特徴とする抵抗器の製造方法。

【請求項2】 さらに、前記電極にはんだ層を形成する工程を有することを特徴とする請求項1に記載の抵抗器の製造方法。

【請求項3】 さらに、形成された抵抗器の抵抗値を調整する工程を有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の抵抗器の製造方法。

【請求項4】 前記抵抗用合金は、銅・ニッケル合金、ニッケル・クロム合金、鉄・クロム合金、マンガン・銅・ニッケル合金、白金・パラジウム・銀合金、金・銀合金、金・白金・銀合金、のいずれかであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の抵抗器の製造方法。

【請求項5】 前記電極は、銅または銅を含む合金であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の抵抗器の製造方法。

【請求項6】 高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電気的かつ機械的に結合された、略板状の抵抗用合金からなる抵抗部と、を有する抵抗器。

【請求項7】 前記抵抗用合金は、銅・ニッケル合金、ニッケル・クロム合金、鉄・クロム合金、マンガン・銅・ニッケル合金、白金・パラジウム・銀合金、金・銀合金、金・白金・銀合金、のいずれかであることを特徴とする請求項6に記載の抵抗器。

$$TCR = ((R_1 - R_0) / R_0) \times (1 / (T_1 - T_0)) \quad (1)$$

R<sub>1</sub> : 測定温度T<sub>1</sub>における抵抗値(Ω)、T<sub>1</sub> : 測定温度

$$\Delta R / R = (R_{1000} - R_0) / R_0 \quad (2)$$

R<sub>1000</sub> : 1000時間の寿命試験後の抵抗値(Ω)

R<sub>0</sub> : 寿命試験前の抵抗値(Ω)

また、シャント抵抗器をプリント配線板などに実装するためには、シャント抵抗器を小型化し、高密度実装に適した構造にすることが必要である。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、シャント抵抗器を用いて大電流を精度よく測定するためには、シャント抵抗器の特性である設定した抵抗の温度係数に限りなく近づけたり、使用時の抵抗の経時変化を小さくする

【請求項8】 前記電極は、銅または銅を含む合金であることを特徴とする請求項6または請求項7に記載の抵抗器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、抵抗器およびその製造方法に関し、例えば、高電流検出に適する低抵抗素子部と導電率の高い金属導体よりなる電極を有する抵抗器およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】大電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器(シャント抵抗器)を用いることは良く知られている。このシャント抵抗器を用いた大電流I(A)の検出では、既知の低抵抗値を有し、抵抗値の変動が小さいシャント抵抗器R(Ω)に、高電流I(A)を流した時のシャント抵抗器の両端における電圧降下V(V)を測定し、 $I = V / R$ を用いて電流値I(A)を算出する。

【0003】シャント抵抗器の一例を図7に示す。シャント抵抗器1000は、金属製の抵抗部1400および2つの電極部1100から構成されている。抵抗部1400は、例えば、Cu-Ni合金(例えば、CN49R)などの金属合金が用いられる。電極1100には、はんだ付け性を考慮してはんだめっき1200が施されている。

【0004】ここで、シャント抵抗器の特性は、抵抗の温度係数(TCR: Temperature Coefficient of Resistance)やシャント抵抗器を所定条件下で長時間使用した場合(例えば、1000時間)の使用前後における抵抗値変化(寿命試験)などを用いて評価される。

【0005】ここで、抵抗の温度係数(TCR)は、(1)式で求められ、1000時間の寿命試験前後の抵抗値変化 $\Delta R / R$ は、(2)式を用いて評価される。

## 【0006】

R<sub>0</sub> : 基準温度T<sub>0</sub>における抵抗値(Ω)、T<sub>0</sub> : 基準温度

必要がある。また、大電流を流したときの電流に対する抵抗値変化を小さくして電圧(V)-電流(I)特性を良くする必要がある。

【0008】図7に示すシャント抵抗器1000では、所定の抵抗値とするためにレーザ加工機などを用いて1300で示される切り込みが抵抗部1400中に数カ所入れられている。この切り込み1300は、抵抗調整には必要であるが、シャント抵抗器1000の特性を劣化させる原因となっている。

【0009】本発明は、上述の問題点を解決するために

なされたものであり、その目的は、特性の良好な大電流測定用のシャント抵抗器およびその製造方法を提供することである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の抵抗器の製造方法は、以下の構成を有する。すなわち、抵抗用合金からなる抵抗体と、高導電率の金属からなる電極とを有する抵抗器の製造方法であって、略板状の前記抵抗用合金と略板状の前記高導電率の金属とを積層し、前記抵抗用合金と前記金属との接触界面を接合して接合体を形成する接合工程と、前記接合体の金属面の所定範囲を、前記金属面から前記接触界面まで除去して前記金属を少なくとも2分割して前記電極を形成する除去工程と、前記接合体を分割して複数の抵抗器を形成する分割工程と、を有することを特徴とする。

【0011】また例えば、さらに、前記電極にはんだ層を形成する工程を有することを特徴とする。

【0012】また例えば、さらに、形成された抵抗器の抵抗値を調整する工程を有することを特徴とする。

【0013】また例えば、前記抵抗用合金は、銅・ニッケル合金、ニッケル・クロム合金、鉄・クロム合金、マンガン・銅・ニッケル合金、白金・パラジウム・銀合金、金・銀合金、金・白金・銀合金、のいずれかであることを特徴とする。

【0014】また例えば、前記電極は、銅または銅を含む合金であることを特徴とする。

【0015】また、上記目的を達成するための本発明の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電気的かつ機械的に結合された、略板状の抵抗用合金からなる抵抗部と、を有する。

【0016】また例えば、前記抵抗用合金は、銅・ニッケル合金、ニッケル・クロム合金、鉄・クロム合金、マンガン・銅・ニッケル合金、白金・パラジウム・銀合金、金・銀合金、金・白金・銀合金、のいずれかであることを特徴とする。

【0017】また例えば、前記電極は、銅または銅を含む合金であることを特徴とする。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態であるシャント抵抗器100およびシャント抵抗器100の作製方法を詳細に説明する。

【0019】なお、本実施の形態に記載されているシャント抵抗器の抵抗体として用いられる合金組成は、一例であり、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではなく、作製するシャント抵抗器の必要特性や仕様に応じて決定されるものである。

【0020】[シャント抵抗器の構造] 図1に、基板140の導体パターン上にはんだ付けされた本実施の形態

であるシャント抵抗器100を示す。シャント抵抗器100は、110の金属製の抵抗体、接続端子である電極121および122から構成されている。

【0021】シャント抵抗器100は、1つの直方体形状を有する抵抗体110に2つの直方体形状の電極121と122を図1に示すように接合した構造である。抵抗体の厚さは、約100～1000 $\mu$ mである。また、各電極の厚さは、約10～300 $\mu$ mである。また、各電極の表面には、約2～10 $\mu$ mのはんだ膜が形成されている。

【0022】シャント抵抗器100は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板140としては、例えばアルミ基板などが用いられ、その基板140もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

【0023】すなわち、高電流を測定したときにシャント抵抗器100に発生する熱は、基板140方向に伝達されるために、シャント抵抗器100と基板140との接合面が重要であり、シャント抵抗器100は、基板140との接合面である電極121、122に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることとを特徴としている。

【0024】また、高電流を測定するときの電流は、基板140のパターンよりシャント抵抗器100の一方の電極121を介して抵抗体110に流れ、さらに抵抗体110から他の1つの電極122へと流れる。また、高電流を流したときの電極121と電極122間、すなわちシャント抵抗器100の両端における電圧降下を測定する。このため図1の構造を有するシャント抵抗器100は、大電流での使用が可能である。

【0025】抵抗体110用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図4に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図4より適宜選択されて使用される。また図4以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

【0026】また、図4に示すように、貴金属合金を使用する場合には、約2～約7 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ と極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られ、例えば、これらの貴金属合金を抵抗体110として使用する場合には、図1に示す構造のシャント抵抗器100の抵抗値は、約0.04～0.15m $\Omega$ となる。

【0027】また電極121および122の材料としては、電気抵抗が抵抗体110に比べて小さい銅材料(例えば、1.5 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 程度)が用いられ、抵抗体110と電極121あるいは抵抗体110と電極122とはクラッド接合により接合される。2つの電極121および122の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするため、基板140方向に熱が伝達され

やすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることとを特徴としている。

【0028】また電極121および122の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材(Sn:Pb=9:1)または鉛フリーはんだ材の膜131および132が形成されている。溶融はんだ材は、銅材の電極121または122との間に拡散層を有するため、電極の接合強度および電気的信頼性は、向上する。

【0029】なお、シャント抵抗器100の特徴は、抵抗体110が平板からなる単純構造となっており、従来のシャント抵抗器1000に見られるような切れ込み1300が無い点である。このように抵抗体110中に切れ込みがないため、大電流を流したときの電流経路が安定し、抵抗値変化( $\Delta R/R$ )は、約0.1%以下に抑えることができ、切れ込みがある場合の抵抗値変化( $\Delta R/R$ )数~20%に比べて抵抗値変化を1/数10~1/200程度に低減できる。

【0030】また、抵抗体110に約2~7 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、シャント抵抗器100の抵抗値は、約0.04~0.15m $\Omega$ となるため、高電流の測定に適したシャント抵抗器が得られる。

【0031】[シャント抵抗器の作製方法]次に、図2および図3を用いて、シャント抵抗器100の作製方法について以下に説明する。図2は、シャント抵抗器100の作製方法の一例を示すものであり、図3は、図2の各作製工程で用いられる各素材や作製されるシャント抵抗器100の形状を示したものである。

【0032】図2において、電極材の銅合金230としては、例えば、比抵抗約1.5 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ の銅材が選択され、素材加工240工程において、所定の寸法に加工される。

【0033】また、抵抗材の合金210としては、例えば、図4に示す所定の比抵抗を有する各種貴金属合金や各種貴金属合金の中から用途や仕様に応じて選択され、素材加工220工程において、所定の寸法に加工される。

【0034】次に、図3の120に示す銅材と110に示す抵抗体、例えば、貴金属合金とが接合250工程にてクラッド接合される。この接合体310における抵抗体110と電極120の界面は、拡散層により強固に結合されているため、抵抗体110と電極120との接合強度および電気的信頼性は向上する。

【0035】次に、接合体310は、電極加工260工程にて、図3の320に示す所定の形状の接合体となるように電極120の一部が除去される。例えば、切削装置を用いて、図3の320に示す電極120の中央部分123が抵抗体110が露出するまで除去され、電極120は、121と122に分割される。電極121と電

極122の厚さは、約10~300 $\mu\text{m}$ である。また、抵抗体110の厚さは、約100~1000 $\mu\text{m}$ である。

【0036】次に、接合体320は、溶融はんだ加工270工程にて、電極121と電極122の表面に131と132で示す約2~10 $\mu\text{m}$ のはんだ膜が形成され、接合体330を得る。この時使用されるはんだとしては、例えば、溶融はんだ材(Sn:Pb=9:1)あるいは、鉛フリーはんだ材などが用いられる。

【0037】この溶融はんだ材と銅材の電極120との間には、拡散層が形成されるため、溶融はんだ材131と電極121および溶融はんだ材132と電極122とは強固に接合される。そのためそれらの界面の接合強度は高く電気的信頼性も向上し、さらに、溶融はんだ材131および132を介してシャント抵抗器100をアルミ基板140の導体パターンにはんだ付けすることが可能となる。

【0038】次に、接合体330は、切断加工280工程にて、レーザ加工機、プレス加工機、ワイヤー放電加工機、円盤切削機などを用いて、所定の長さ切断され、340に示す所定の寸法を有する接合体、例えば、厚さ約0.1~20mmを得る。

【0039】次に、接合体340は、抵抗調整290工程にて、所定の抵抗値を有するように調整される。すなわち接合体350の抵抗値を測定しながら、サンドブラスト法など、またはレーザー加工機などの各種切断機を用いて、接合体350の側面部や表面部の一部を除去する。その結果、所定の抵抗値を有するシャント抵抗器100が得られる。

【0040】[シャント抵抗器の諸特性]図4の各種貴金属合金および各種貴金属合金を用いて作製したシャント抵抗器の抵抗値の一例を以下に説明する。例えば、図4に示す約2~約7 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ の低抵抗の貴金属合金を使用した場合の図1に示す構造のシャント抵抗器の抵抗値は、約0.05~0.14m $\Omega$ 程度であり、低抵抗値を有するシャント抵抗器が得られる。

【0041】図5に、Cu-Ni系合金であるCN49を抵抗体110として用い図2の本作製方法で作製されたシャント抵抗器100のTCR値および1000時間の寿命試験後の抵抗値変化を一例として示す。また、図5には、比較として図7に示す従来の方法で作製されたシャント抵抗器1000のTCR値および1000時間の寿命試験後の抵抗値変化を合わせて示す。図5より、本作製方法で作製されたシャント抵抗器100は、従来品に比べてTCR値が約1/3以下に、抵抗値変化が1/20~1/30以下に低下し、各々の特性が向上していることがわかる。

【0042】ここで、Cu-Ni系合金であるCN49のTCR値は、約50ppm/ $^{\circ}\text{C}$ であり、シャント抵抗器110のTCR値に極めて近い。このことから、本製

造方法で製造されるシャント抵抗器110は、Cu-Ni系合金(CN49)がもつ本来のTCR値をほぼ再現できる製造方法といえる。また、従来の製造方法で製造されたシャント抵抗器1000は、抵抗調整用の切り込み1400がCu-Ni系合金(CN49)の本来のTCR値を発現できない阻害要因として働いているといえる。

【0043】なお、図5には示さなかったが、シャント抵抗器100の抵抗体として図4に示す各金属合金または各基金属合金を抵抗体110として用いてTCR値および1000時間の寿命試験後の抵抗値変化を行った。その結果も図5とはほぼ同様のTCR値や抵抗値変化値が得られた。これらのことから、図4に示す各金属合金または各基金属合金を抵抗体110として用い、図2の作製方法によって作製されたシャント抵抗器100は優れたTCR値や抵抗値変化値が得られることがわかる。

【0044】また、図6に、図5で示した本実施の形態であるシャント抵抗器100と従来例のシャント抵抗器1000との電圧(V)-電流(I)特性を測定した結果を示す。図6の結果より、抵抗体110に切り込みが無いシャント抵抗器100の電流値の増加に伴う抵抗値の変化は、0.1%以下に抑えることができ、優れた電圧(V)-電流(I)特性が得られた。

【0045】一方、抵抗体に切り込みが多数あるシャント抵抗器1000では、電流値の増加に伴い抵抗値が数%から20%も増加し、大電流を流したときの抵抗値の変化が大きい。これは、切り込みがあると電流経路が安定しないためである。このことから、大電流を流したときのシャント抵抗器の抵抗値変化を小さくするためには、切り込みの無い形状が望ましいことがわかる。

【0046】以上説明したように、本実施形態によれ

ば、シャント抵抗器を作製する際に貴金属合金などの低抵抗材料を抵抗体として用い、抵抗体中にさらに抵抗調整用の切り込みを入れないでシャント抵抗器を作製することにより、低抵抗で高電流の測定に適した電流経路を有する抵抗変化率の小さなシャント抵抗器が提供ができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明により特性の良好な大電流測定用のシャント抵抗器およびその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるシャント抵抗器の概略構造図である。

【図2】シャント抵抗器の作製方法を示す図である。

【図3】シャント抵抗器の各製造工程における接合体の形状を示す図である。

【図4】抵抗体の種類を示す図である。

【図5】シャント抵抗器のTCR値及び寿命試験後の抵抗値変化を比較した図である。

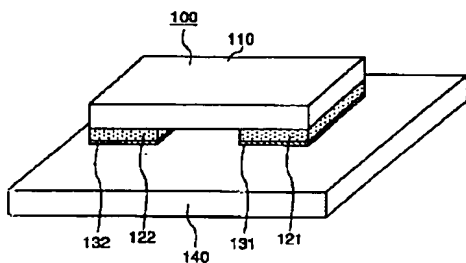
【図6】シャント抵抗器のV-I特性を比較した図である。

【図7】従来の切れ込みが入ったシャント抵抗器の概略構造図である。

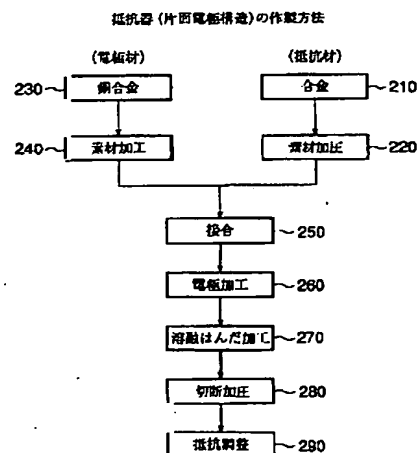
【符号の説明】

- 100 シャント抵抗器
- 110 抵抗体
- 121 電極
- 122 電極
- 131 溶融はんだ材
- 132 溶融はんだ材
- 140 基板

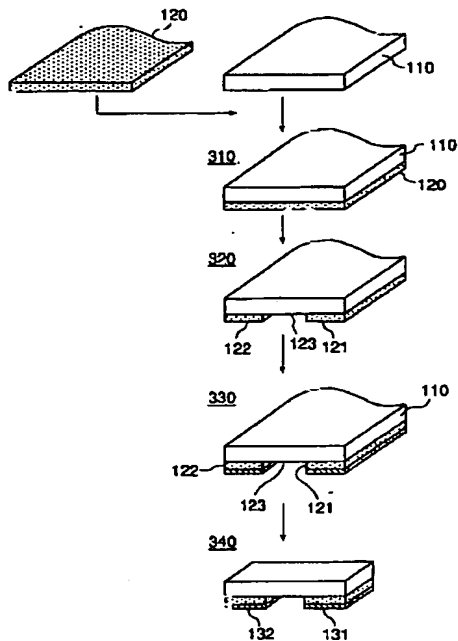
【図1】



【図2】



【図3】



【図5】

シャント抵抗器のTCR値および寿命試験後の抵抗率変化

抵抗器	抵抗体	TCR値 (ppm/°C)	寿命試験後の 抵抗率変化 (%)
比較試料 (Cu/Ni電鍍)	Cu-Ni (CN49)	約200	2~3
本試料 (Cu/Ni電鍍)	Cu-Ni (CN49)	約60	0.1以下

【図4】

抵抗体種類	組成/組成比	品名例	比抵抗 ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )
Cu-Ni系合金	Ni/2~50, Cu/98~50	JIS規格品など	5~49
Ni-Cr系合金	Cr/15~21, Ni/77~57,他	JIS規格品など	~100
Fe-Cr系合金	Cr/17~28, Fe/81~68,他	JIS規格品など	130~185
6元素合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Palinex #6 など	6.1
7元素合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Palinex #7 など	6.9
8元素合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Palinex #8 など	5.9
9元素合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Palinex #9 など	7.2
Pd-Pt系合金	Pt + Pd/80, Ag/4.5,他	NeyoroG など	4.4
Au-Ag合金	Au/75,Ag/25	Neyoro28 など	2.1
Au-Pt-Ag 合金	Au + Pt/75, Pd/25	Neyoro68 など	3.1

【図6】

シャント抵抗器のV-I特性

抵抗料	抵抗体	電流値増加に伴う 抵抗値の変化 (%)
比較試料	切り込みあり	約20
本試料	切り込みなし	0.1以下

【図7】

